

JETri, Vol. 16, No. 2, Februari 2019, Hlm.149-164, P-ISSN 1412-0372, E-ISSN 2541-089X
doi: <http://dx.doi.org/10.25105/jetri.v16i2.3319>

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR ARRAY DENGAN U – SLOT PADA FREKUENSI 1,8 GHz

Imelda U. V. Simanjuntak dan Sahlah

Universitas Mercu Buana Jakarta

Jalan Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11610

E-mail: imelda.simanjuntak0110@gmail.com, sahlah1958@gmail.com

ABSTRACT

The 1800 MHz frequency spectrum is one of the popular spectrums among the world's telecommunications operators that are capable of supporting LTE services. This spectrum has the advantage of increasing data service capacity, wide signal coverage, and has a large frequency resource. In this research a 2 element microstrip array antenna that works on the 1.8 GHz frequency by adding U-slot and using direct feed technique was designed. The material used is FR-4 Epoxy with a thickness of 1.6 mm and a dielectric constant of 4.4. The antenna design process starts with a mathematical calculation and then simulation using the Ansoft HFSS 2013 software. After that, the fabricated antenna had been measured and analyzed in order to find out whether the antenna has matched with the specifications. The results show that the antenna has return loss of -14.55 dB, VSWR of 1.4, bandwidth of 111 MHz, and gain of 3.27 dB.

Keywords: microstrip antenna, VSWR, return loss, bandwidth, gain

ABSTRAK

Spektrum frekuensi 1800 MHz merupakan salah satu spektrum yang populer di kalangan operator telekomunikasi dunia karena mampu mendukung layanan LTE. Spektrum ini memiliki kelebihan dapat meningkatkan kapasitas layanan data, jangkauan sinyal yang luas, dan memiliki sumber daya frekuensi yang besar. Pada penelitian ini dirancang sebuah antena mikrostrip array 2 elemen yang bekerja pada frekuensi 1,8 GHz dengan menambahkan U-slot dan menggunakan teknik pencatutan langsung. Bahan yang digunakan adalah FR-4 Epoxy dengan ketebalan 1,6 mm dan konstanta dielektrik 4,4. Proses perancangan antena dimulai dengan perhitungan matematis kemudian disimulasikan dengan menggunakan software Ansoft HFSS 2013. Setelah itu antena yang telah difabrikasi diukur dan dianalisis kesesuaiannya dengan spesifikasi yang diinginkan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa antena memiliki nilai return loss -14,55 dB, VSWR 1,4, bandwidth 111 MHz, dan gain 3,27 dB.

Kata Kunci: antena mikrostrip, VSWR, return loss, bandwidth, gain

1. PENDAHULUAN

Teknologi baru *Long Term Evolution* (LTE) diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. Kemampuan dan keunggulan dari LTE selain dari kecepatannya dalam transfer data juga dapat memberikan jangkauan area yang lebih luas dan kapasitas layanan yang lebih besar, arsitektur sederhana, mendukung penggunaan multipel antena dan fleksibel. Pita spektrum yang digunakan di Asia yaitu frekuensi 1800 MHz dan 2600 MHz. Spektrum frekuensi 1800 MHz merupakan salah satu spektrum yang populer di kalangan operator telekomunikasi dunia karena mampu mendukung layanan LTE. Spektrum ini memiliki kelebihan untuk meningkatkan kapasitas layanan data, jangkauan sinyal yang luas, dan memiliki sumber daya frekuensi yang besar.

Sistem komunikasi tanpa kabel membutuhkan *transmitter*, *receiver* dan sebuah antena. Antena berfungsi untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik yang berisi informasi yang dikirim dan diterima oleh pengguna. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan adalah antena mikrostrip. Untuk aplikasi generasi lanjut dibutuhkan antena yang sederhana, baik dari segi bentuk maupun penggunaannya. Salah satu jenis antena yang akan banyak digunakan pada sistem komunikasi nirkabel dan berpotensi untuk dikembangkan menjadi antena cerdas adalah antena mikrostrip *array* yang dapat memberikan *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar daripada antena mikrostrip biasa.

Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang antena mikrostrip *rectangular array* dengan *U-slot* yang bekerja pada frekuensi 1,8 GHz, sehingga didapatkan hasil rancangan antena yang sesuai dengan spesifikasi parameter yang telah ditentukan. Pendekatan yang digunakan adalah dirancangnya antena mikrostrip untuk aplikasi LTE pada frekuensi 1,8 GHz dengan penambahan slot agar mendapatkan *range* frekuensi lebih dari satu *band* yaitu *dual band* atau *triple band*.

Pada penelitian sebelumnya digunakan frekuensi 10 GHz untuk komunikasi Wireless Personal Area Network (WPAN), dan pada penelitian selanjutnya menggunakan frekuensi 15 GHz untuk aplikasi 5G. Pembaruan dari penelitian sebelumnya adalah melakukan analisis terhadap hasil pengukuran parameter antena

di laboratorium dengan menggunakan frekuensi yang berbeda tanpa uji coba langsung pada aplikasi sebenarnya, untuk membuktikan metode yang sama pada penelitian sebelumnya untuk mendapatkan hasil parameter yang diinginkan.

Keunggulan pada penelitian ini adalah menggunakan metode pencatutan langsung, karena tipe pencatutan yang sederhana menggunakan metode *array* serta penambahan slot adalah untuk memperbesar *bandwidth* sehingga menghasilkan *range* frekuensi yang lebih lebar.

2. KAJIAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini digunakan tiga penelitian lain sebagai pembanding, kemudian dilakukan pembaruan atau dikembangkan. P. Daud dkk. mendesain antena model *U-slot* pada frekuensi 10 GHz dan menghasilkan *unidirectional radiation pattern*, $gain \geq 3$ dBi dan *input impedance* sebesar 50Ω serta $VSWR \leq 1,5$ [1].

Pada penelitian K. J. A. Sinaga dkk. dikatakan bahwa semakin tinggi frekuensi, panjang gelombang akan semakin kecil sehingga dibutuhkan antena mikrostrip. Untuk mengatasi kekurangan dari antena mikrostrip yaitu *bandwidth* yang sempit digunakan metode pemberian *slot* berbentuk U serta metode catutan *inset feed*. Selain untuk melebarkan *bandwidth*, *inset feed* mudah diterapkan pada antena *array*. Antena mikrostrip dengan *patch* tersebut kemudian disusun 1×2 guna meningkatkan *gain*. Sebagai pembagi daya ke masing-masing elemen, digunakan pembagi daya sederhana *T-junction* [2]. Hasil yang didapatkan adalah *bandwidth* 1,15 GHz dengan rentang frekuensi kerja 14,27 – 15,42 GHz, memenuhi rentang kerja frekuensi pada 15 GHz yaitu 14,4 – 15,4 GHz. *Return loss* terendah sebesar -20,9094 dB pada frekuensi tengah 14,9 GHz. Pola radiasi mengarah ke satu sumbu menandakan bentuk unidireksional dengan *peak gain* yang dicapai 9,936 dB. Sedangkan untuk bentuk polarisasi yang didapat adalah linier karena *maximum axial ratio* yang dicapai sebesar 985,3817 [2].

M. R. Syahputra dkk. merancang antena mikrostrip menggunakan bahan Epoxy fiberglass FR-4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,5, ketebalan lapisan

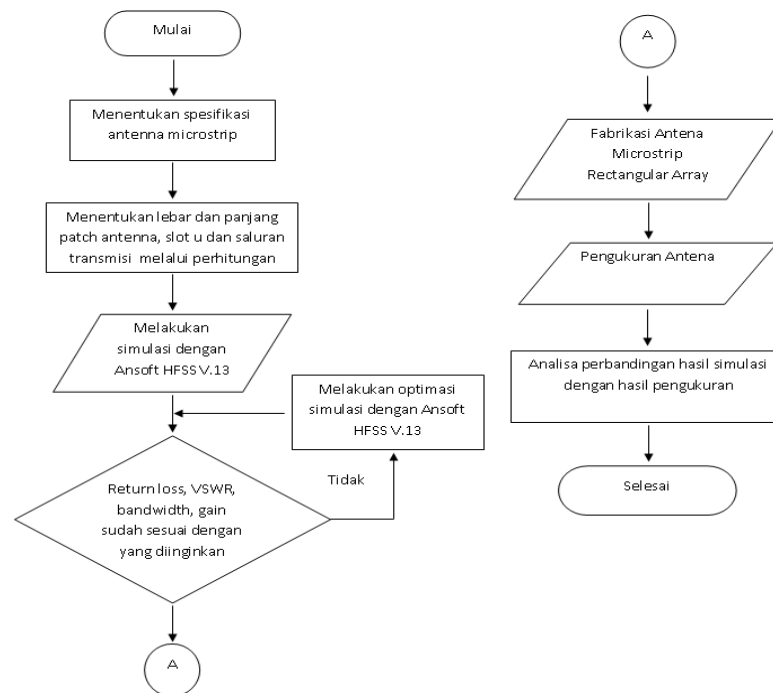
dielektrik (h) = 0,0016 m = 1,6 mm dan *loss tangent* = 0,018. Pada penelitian ini antenna mikrostrip dirancang dengan spesifikasi VSWR 1 sampai < 2 , *Return Loss* < -10 dB, *gain* > 2 dBi dan pola radiasi *omnidirectional*. Dari hasil simulasi pada frekuensi 1800 MHz didapatkan nilai *return loss* -26,680 dB, VSWR 1,097, *gain* 6,787 dBi, *bandwidth* 24,65 MHz dan pola radiasi *omnidirectional*, dengan demikian antenna dapat bekerja dengan baik [3].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perancangan dan Fabrikasi Antena Mikrostrip

Untuk dapat merancang suatu antenna, dibutuhkan diagram alir yang merupakan gambaran langkah sistematis dan terstruktur agar proses perancangan menjadi lebih efektif dan efisien. Gambar 1 adalah diagram alir proses perancangan antenna mikrostrip. Tahap pertama yang dilakukan dalam proses perancangan antenna adalah menentukan spesifikasi antenna yang diinginkan dan menentukan nilai dari setiap variabel yang dibutuhkan seperti panjang, lebar dan lainnya. Setelah semua variabel yang dibutuhkan didapat, selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan *software Ansoft HFSS*. Proses simulasi dilakukan sampai menemukan nilai parameter yang sesuai dengan yang diinginkan, seperti nilai *return loss*, VSWR, *bandwidth* dan *gain*.

Jika semua parameter hasil simulasi sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, maka selanjutnya melakukan fabrikasi. Langkah selanjutnya melakukan pengukuran antenna hasil fabrikasi, dan dilanjutkan dengan menganalisis hasil pengukuran apakah sesuai dengan hasil simulasi.



Gambar 1 Flowchart Proses Perancangan Antena

3.2 Perlengkapan yang Digunakan dalam Perancangan

Perlengkapan yang digunakan dalam perancangan antenna terdiri dari perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Perangkat lunak digunakan untuk memudahkan proses perancangan antenna seperti simulasi, sedangkan perangkat keras digunakan untuk alat simulasi, fabrikasi dan pengukuran.

Perangkat lunak yang digunakan adalah :

1. *Ansys Elektromagnetics HFSS V.13.*
2. *Corel Draw.*
3. *Microsoft Exel 2010.*

Perangkat keras yang digunakan adalah :

1. Bahan substrate mikrostrip jenis FR4 – Epoxy dengan permitivitas 4,4 dan ketebalan 1,6 mm.
2. Konektor SMA dengan impedansi karakteristik 50 Ω .
3. Kabel *coaxial* 50 Ω .
4. *Vector Network Analyzer* (300 kHz – 20 GHz).

5. *Signal Generator* (9 KHz – 40 GHz) dan *Spectrum Analyzer* (10 Hz – 26,5 GHz).

3.3 Spesifikasi Perancangan Antena

Perancangan antena menggunakan *software Ansoft HFSS v.13* untuk melihat hasil *output* dari parameter antena hasil perhitungan sesuai dengan parameter yang diinginkan. Parameter spesifikasi tersebut terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Antena

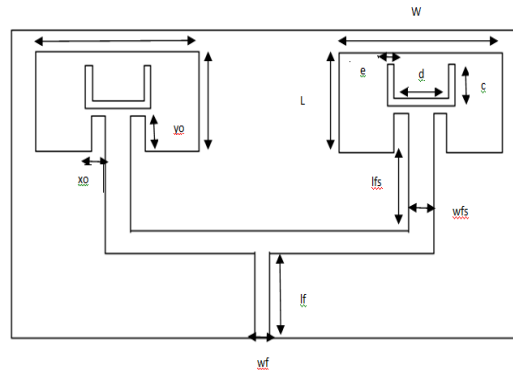
Deskripsi	Ukuran
Frekuensi Kerja	1,8 GHz
VSWR	≤ 2
<i>Return Loss</i>	< -10 dB
Impedansi Input	50 Ω

Spesifikasi antena yang diinginkan yaitu bekerja pada frekuensi 1,8 GHz dan memiliki nilai $VSWR \leq 2$ dan *return loss* < -10 dB. Spesifikasi bahan substrate yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi FR4 - Epoxy

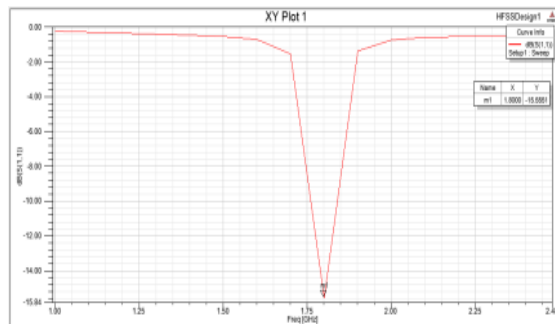
Deskripsi	Ukuran
Jenis	FR4 – Epoxy
Konstanta dielektrik (ϵ_r)	4,6
Ketebalan lapisan dielektrik (h)	1,6 mm
Impedansi Input	50 Ω

Setelah menentukan spesifikasi maka selanjutnya mendesain antena *microstrip rectangular array* yang diinginkan.

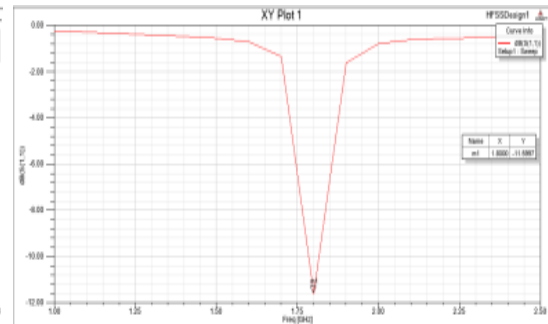


Gambar 2 Desain Antena

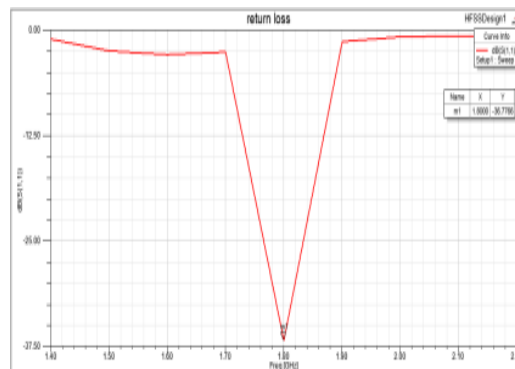
Pada Gambar 2 diperlihatkan desain antena yang dibuat dan pada Tabel 3 diperlihatkan nilai dimensi antena tersebut. Return loss yang didapat dari hasil simulasi diperlihatkan pada Gambar 3.



(a)



(b)



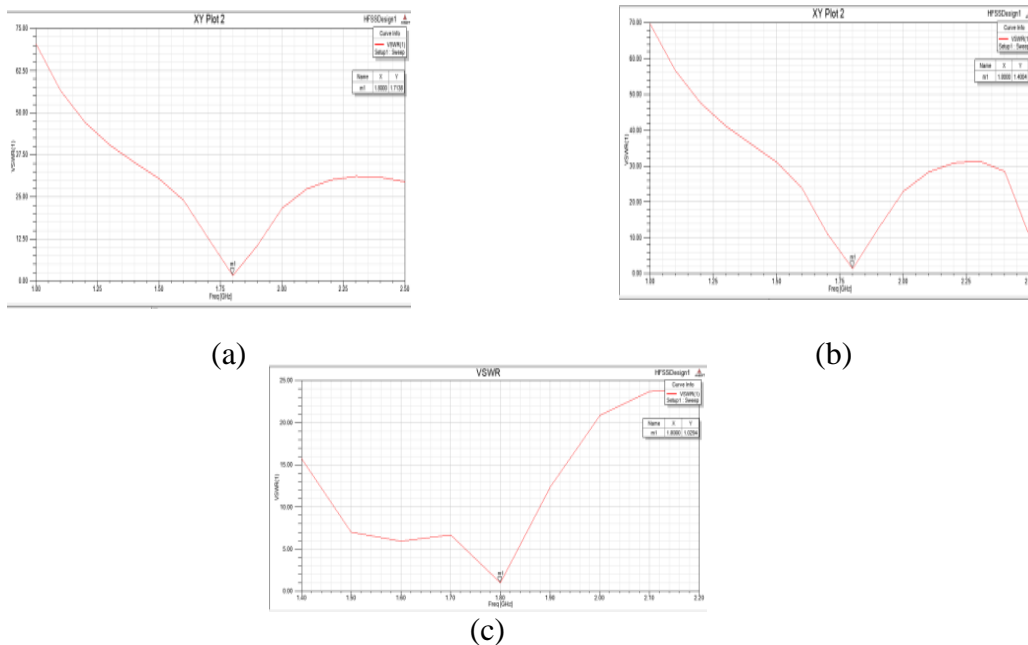
(c)

Gambar 3 (a) Hasil Simulasi *Return Loss Patch Rectangular*; (b) *Return Loss Patch Rectangular dengan U-slot*; (c) *Return Loss Patch Rectangular Array dengan U-slot*

Tabel 3 Nilai Dimensi Antena

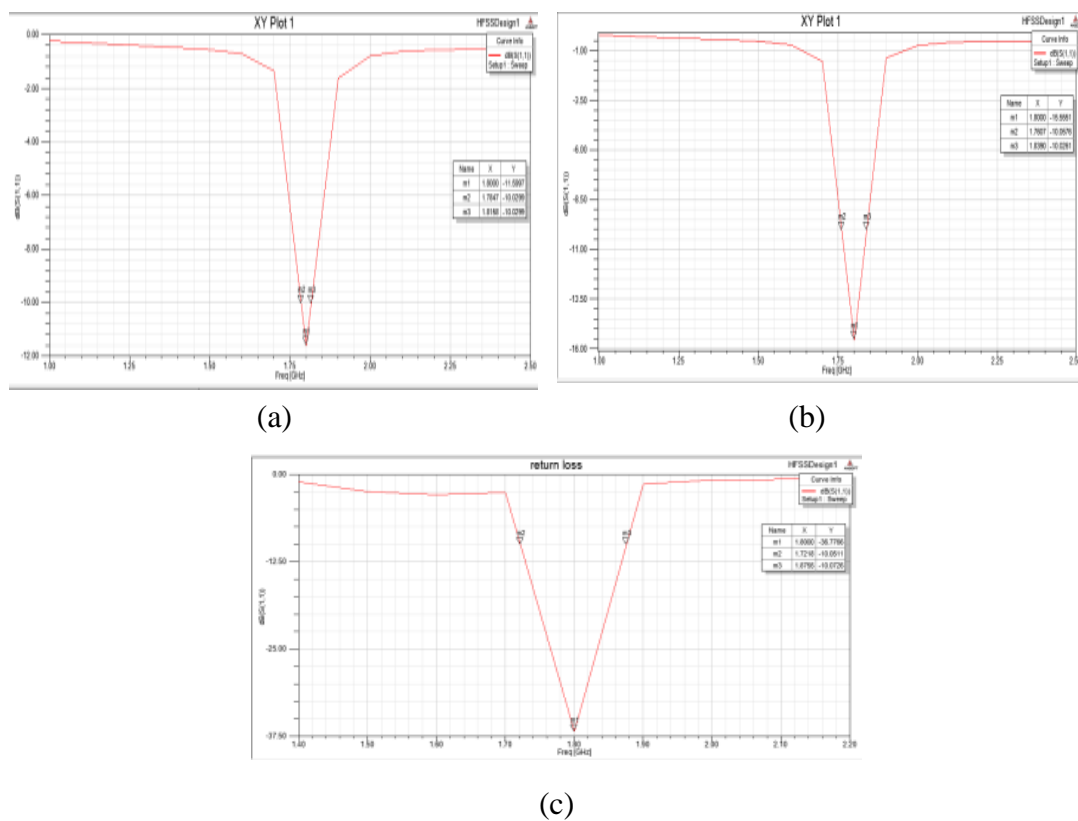
Parameter	Dimensi (mm)	Keterangan
j	42,5	Jarak antar <i>patch</i>
W	49,32	Lebar <i>patch</i>
L	38,24	Panjang <i>patch</i>
h	1,6	Tebal substrat
lf	22	Panjang catuan utama
wf	2,96	Lebar catuan utama
lfs	23	Panjang catuan pembagi
wfs	0,59	Lebar catuan pembagi
yo	13,17	Panjang <i>inset length</i>
xo	1,48	Lebar <i>inset gap</i>
e = f	2,751	Lebar <i>length</i>
c	14,17	Panjang slot
d	7,88	Lebar slot

Berdasarkan Gambar 3(a) hasil *return loss* yaitu -11,55 dB, pada Gambar 3(b) hasil *return loss* yaitu -15,55 dB, dan pada Gambar 3(c) hasil *return loss* yaitu -36,77 dB dan bekerja pada frekuensi 1,8 GHz. Hasil *return loss* mengalami perbaikan dengan metode *array* dan penambahan *U-Slot*. VWSR yang didapat dari hasil simulasi diperlihatkan pada Gambar 4.



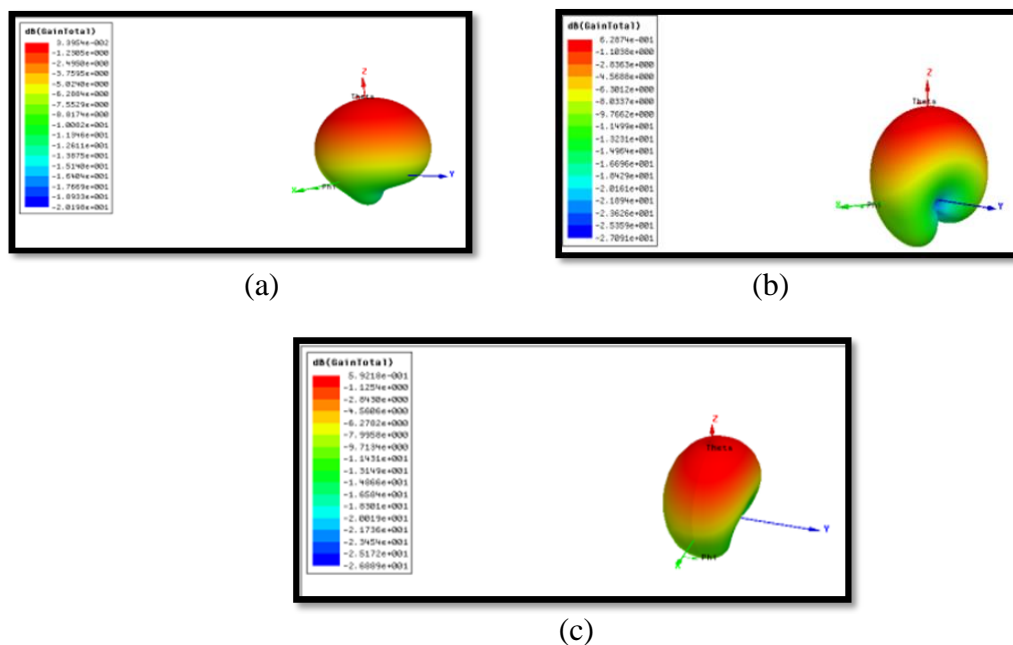
Gambar 4 (a) Hasil Simulasi VSWR *Patch Rectangular* ; (b) VSWR *Patch Rectangular* dengan *U-slot*; (c) VSWR *Patch Rectangular Array* dengan *U-slot*

Berdasarkan Gambar 4(a) hasil VSWR yaitu 1,7, pada Gambar 4(b) hasil VSWR yaitu 1,4, dan pada Gambar 4(c) hasil VSWR yaitu 1,02 dan bekerja pada frekuensi 1,8 GHz. Hasil VSWR mengalami perbaikan sesuai spesifikasi yaitu ≤ 2 dan mendekati nilai 1 dengan metode *array* dan penambahan *U-Slot*. *Bandwidth* yang didapat dari hasil simulasi diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5 (a) Hasil Simulasi *Bandwidth Patch Rectangular*; (b) *Bandwidth Patch Rectangular* dengan *U-slot* ; (c) *Bandwidth Patch Rectangular Array* dengan *U-slot*

Berdasarkan Gambar 5(a) hasil *bandwidth* yaitu 13,11 MHz, pada Gambar 5(b) hasil *bandwidth* yaitu 78,3 MHz, dan pada Gambar 5(c) hasil *bandwidth* yaitu 153,7 MHz. Hasil *bandwidth* yang didapat semakin lebar dengan metode *array* dan penambahan *U-slot*. *Gain* yang didapat dari hasil simulasi diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6 (a) Hasil Simulasi *Gain Patch Rectangular*; (b) *Gain Patch Rectangular* dengan *U-slot* ; (c) *Gain Patch Rectangular Array* dengan *U-slot*

Berdasarkan Gambar 6(a) hasil *gain* yaitu 3,39 dB, pada Gambar 6(b) hasil *gain* yaitu 6,28 dB dan pada Gambar 6(c) hasil *gain* yaitu 5,92 dB. Dari ketiga simulasi yang dilakukan maka nilai parameter yang didapat bisa dibandingkan perbedaannya.

Tabel 4 Perbandingan Hasil Simulasi

Desain Antena	Hasil Simulasi			
	Return Loss (dB)	VSWR	Bandwidth (MHz)	Gain (dB)
1	-11,59	1,71	13,11	3,39
2	-15,55	1,4	78,3	6,28
3	-36,77	1,02	153,7	5,92

Keterangan : 1. Mikrostrip *rectangular*
 2. Mikrostrip *rectangular* dengan *U-slot*
 3. Mikrostrip *rectangular array* dengan *U-slot*

Berdasarkan hasil simulasi yang terdapat pada Tabel 4 di atas, maka terbukti bahwa dengan adanya penambahan slot dan penambahan *patch rectangular* menjadi *array*, hasil parameter *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, dan *gain* menjadi lebih baik.

3.4 Fabrikasi Antena

Setelah perhitungan dan simulasi selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan fabrikasi antena hasil perancangan. Dalam pembentukan antena mikrostrip *rectangular array U-slot* dipilih PCB epoxy FR-4 dengan ukuran 1,6 mm karena bahan ini mudah didapat, mudah untuk disambung, dan ringan. Hasil rancangan antena mikrostrip *rectangular array U-slot* terdapat pada Gambar 7.



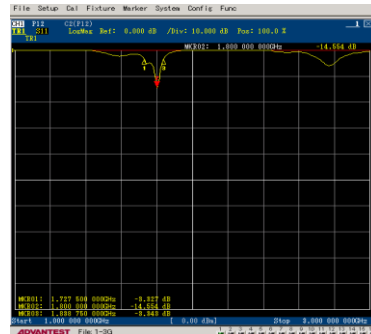
Gambar 7 Hasil Fabrikasi Antena

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengukuran parameter antenna dilakukan di LIPI Bandung. Pengukuran pertama dilakukan di dalam laboratorium LIPI untuk mengukur parameter antenna seperti *return loss*, *VSWR*, dan *bandwidth*. Pengukuran kedua dilakukan di dalam ruang *anechoic chamber* yaitu untuk mengukur parameter antenna seperti pola radiasi dan *gain*.

4.1 Pengukuran *Return Loss*

Hasil pengukuran *return loss* antena dengan *Network Analyzer* dalam bentuk grafik diperlihatkan pada Gambar 8 dan pada Tabel 5.



Gambar 8 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss*

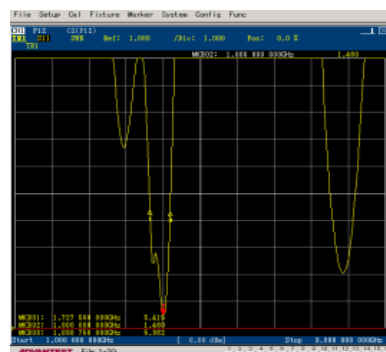
Tabel 5 Hasil Pengukuran *Return Loss*

Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> Hasil Pengukuran (dB)
1,727	-3,327
1,8	-14,554
1,838	-3,343

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh hasil pengukuran *return loss* -14,554 dB pada frekuensi kerja 1,8 GHz. Nilai *return loss* yang didapat sudah sesuai dengan spesifikasi yaitu < -10 dB yang artinya nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirim atau saluran transmisi sudah *matching*.

4.2 Pengukuran VSWR

Gambar 9 menunjukkan grafik hasil pengukuran VSWR dari *Network Analyzer*.



Gambar 9 Grafik Hasil Pengukuran VSWR

Pada sudut kiri bawah terdapat keterangan yang menunjukkan nilai VSWR antena yang didapat. Hasil pengukuran VSWR juga ditunjukkan pada Tabel 6 di bawah ini.

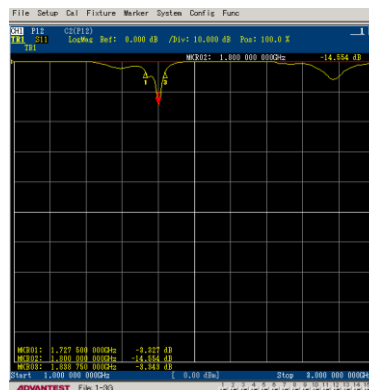
Tabel 6 Hasil Pengukuran VSWR

Frekuensi (GHz)	VSWR Hasil Pengukuran
1,727	5,415
1,8	1,4
1,838	5,362

Hasil pengukuran VSWR pada Tabel 6, yaitu 1,4 pada frekuensi kerja 1,8 GHz. Nilai VSWR yang didapat sudah sesuai dengan spesifikasi yaitu ≤ 2 dan tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching*.

4.3 Pengukuran *Bandwidth*

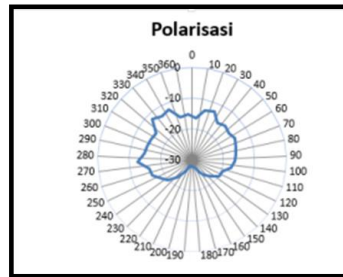
Salah satu cara untuk menentukan *bandwidth* adalah dengan mengukur lebar rentang frekuensi dengan batasan -10 dB pada grafik *return loss*. Gambar 8 merupakan gambar grafik *return loss*.



Gambar 10 Grafik Hasil Pengukuran *Bandwidth*

Dari Gambar 10 di atas dapat dilihat bahwa nilai dengan batasan -10 dB terletak pada *range* 1,727 GHz dan 1,838 GHz. *Bandwidth* dapat dihitung dengan frekuensi tinggi dikurangi frekuensi rendah, sehingga *bandwidth* yang didapat sebesar 111 MHz.

4.4 Pengukuran Pola Radiasi



Gambar 11 Hasil Pola Radiasi

Pola radiasi antenna mikrostrip *rectangular array* yang terdapat pada Gambar 11 memiliki pola radiasi *omnidirectional* yaitu memancar ke segala arah.

4.5 Pengukuran Gain

Pengukuran dilakukan dengan memposisikan antenna mikrostrip sebagai antenna *receiver* dan antenna referensi sebagai antenna *transmitter*.

Tabel 7 Hasil Pengukuran *Gain*

Vout	Gain Antena (dB)
P1 (rx)	-31,24
P2 (tx)	-22,51

Hasil pengukuran *gain* antenna yang didapat adalah -31,24 dB dengan *gain* antenna *transmitter* 12 dBi. Setelah dilakukan pengukuran maka *gain* dapat dihitung sehingga didapat besar nilai *gain* adalah:

$$Ga \text{ (dBi)} = -31,24 \text{ dB} - (-22,51 \text{ dB}) + 12 \text{ dBi}$$

$$Ga \text{ (dBi)} = 3,27 \text{ dB}$$

Perbandingan hasil simulasi dengan hasil pengukuran terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
<i>Return Loss</i>	-36,77 dB	-14,55 dB
VSWR	1,02	1,4
<i>Bandwidth</i>	153,7 MHz	111 MHz
<i>Gain</i>	5,92 dB	3,27 dB

5. KESIMPULAN

Dari perancangan, simulasi, realisasi serta pengukuran antena mikrostrip *Rectangular Array* dengan *U-slot* didapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. Nilai *return loss* hasil simulasi sebesar -36,77 dB, sedangkan pengukuran menghasilkan nilai sebesar -14,55 dB. Nilai *return loss* yang didapat telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu < -10 dB.
2. Nilai VSWR hasil simulasi sebesar 1,02, sedangkan pengukuran menghasilkan nilai sebesar 1,4. Nilai VSWR yang didapat telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu ≤ 2 .
3. Nilai *bandwidth* hasil simulasi sebesar 153,7 MHz, sedangkan pengukuran menghasilkan nilai sebesar 111 MHz
4. Nilai *gain* hasil simulasi sebesar 5,92 dB, sedangkan pengukuran menghasilkan nilai sebesar 3,27 dB dan memiliki pola radiasi *omnidirectional*.

Hasil yang didapatkan cukup baik karena tipe pencatutan yang sederhana dengan metode *array* sudah bisa memperbesar *bandwidth* sehingga menghasilkan *range* frekuensi yang lebih lebar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Daud, D. Mahmudin, A.A. Fathnan, I. Syamsu, T. T. Estu dan, Y.N. Wijayanto. (2016). "Inset - Fed U - Slotted Patch Antenna Array for 10 GHz Radio - Over - Fiber Applications." *IEEE Research Center for Electronics and Telecommunication Indonesia Institute of Sciences*. Tersedia di <https://ieeexplore.ieee.org/document/7573605/> [15 March 2018].
- [2] K. J. A. Sinaga, L. O. Nur, dan B. Syihabuddin. (2017). "Perancangan Antena Array 1x2 Rectangular Patch dengan U - Slot untuk Aplikasi 5G," dalam *Proc. Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017 ITN Malang* [On-line] , hlm. B34.1- B34.9. Tersedia di <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/download/864/597/> [24 March 2018].

- [3] M. R. Syahputra, Syahrial, dan M. Irhamsyah. (2017). "Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 4 Elemen untuk Aplikasi LTE". *Karya Ilmiah Teknik Elektro*. [On-line] Vol. 2 No. 4. Tersedia di <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/kitektro/article/view/9707> [6 April 2018].